

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan pengujian sistem dilakukan dengan tujuan adalah untuk mengetahui hasil dari perancangan yang telah dibuat pada Bab 3. Pada pengujian sistem ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pengujian terhadap tiap-tiap bagian pendukung sistem hingga pengujian sistem secara keseluruhan. Dari hasil pengujian dapat dianalisa kinerja dari masing-masing bagian sistem.

4.1 Pengujian dan Analisa catu daya

Pada pengujian ini untuk mengetahui tegangan output catu daya yang akan diberikan ke rangkaian sistem. Pengujian catu daya ini yang dibutuhkan adalah 12 volt dan 5 volt. Pada hasil seperti terlihat pada Gambar 4.1 pengujian tegangan yang terukur untuk catu daya adalah 4,99 volt dan 12,87 volt.

Dari pengujian tersebut dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian tegangan yang dibutuhkan dengan hasil pengujian tidak jauh berbeda sehingga masih bisa ditoleransi.



Gambar 4.1 Pengujian catu daya

Pengujian catu daya ini dapat dianalisa dengan menggunakan persamaan rangkaian catu daya gelombang penuh dengan menggunakan empat buah dioda seperti pada Gambar 2.7.

Analisa Rangkaian

Rangkaian catu daya dalam perancangan ini terdiri dari 3 fungsi dasar yaitu transformasi, penyearahan dan filter. Pada proses transformasi merupakan proses menurunkan tegangan dari 220VAC menjadi 12VAC. Travo yang dipakai

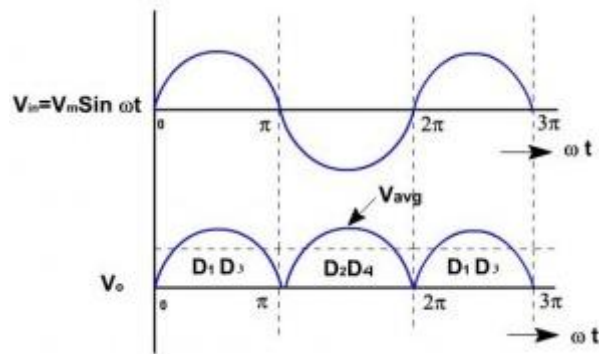
adalah *travo* step down 500mA dengan tegangan input 220VAC frekuensi 50Hz dan output 12VAC frekuensi 50Hz *travo* digunakan karena rangkaian membutuhkan tegangan kecil sekitar 12VDC untuk menggerakkan *driver relay* dan rangkaian lain serta frekuensi 50Hz pada *travo* merupakan frekuensi standar yang biasa digunakan di Indonesia.

Rangkaian penyearah merupakan rangkaian untuk menyearahkan gelombang AC menjadi DC yang digunakan untuk rangkaian. Rangkaian penyearahan menggunakan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 buah dioda pada catu daya ini. Dioda yang digunakan adalah dioda dengan tipe 1N4002 dioda ini mampu mengalirkan arus sekitar 1 ampere sehingga dalam perancangan ini sudah cukup memenuhi kebutuhan dan juga lebih efisien karena penggunaan daya juga kecil.

Rangkaian *filter* untuk mengurangi tegangan *ripple* yang masih terdapat pada keluaran penyearah, *filter* yang digunakan adalah kapasitor.

Cara kerja rangkaian yaitu aliran daya mengalir melalui transformator kemudian dengan prinsip induksi transformator aliran arus yang mengalir melalui kumparan primer kemudian terinduksi ke kumparan sekunder sehingga pada kumparan sekunder mengalir arus dengan tegangan yang lebih kecil yaitu 12 VAC. Kemudian tegangan 12VAC ini disearahkan dengan menggunakan penyearah gelombang penuh dengan menggunakan 4 buah dioda. Seperti pada Gambar 2.7 merupakan gambar rangkaian gelombang penuh dengan 4 buah dioda.

Prinsip kerja dari penyearah gelombang penuh dengan 4 diode dimulai pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi positif, maka D1, D4 pada posisi *forward* bias dan D2, D3 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi puncak positif tersebut akan di lewatkan melalui D1 ke D4. Kemudian pada saat output transformator memberikan level tegangan sisi puncak negatif maka D2, D4 pada posisi *forward* bias dan D1, D3 pada posisi *reverse* bias sehingga level tegangan sisi negatif tersebut dialirkan melalui D2, D4. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Gelombang hasil penyearahan

Dari data yang ada kemudian dapat dihitung keluaran tegangan DC dengan menggunakan persamaan (2.3) V_m merupakan tegangan keluaran dari transformator yaitu 12volt DC sehingga tegangan DC menjadi $V_{dc} = 0,636 \times 16,9 = 10,7$ Volt.

Dari pengujian pengukuran tegangan output VDC berbeda dengan hasil pada pengukuran yaitu 12,87 volt. Fungsi kapasitor pada rangkaian catu daya adalah untuk menekan *ripple* yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Setelah dipasang *filter* kapasitor maka output dari rangkaian penyearah gelombang penuh ini akan menjadi tegangan DC dengan sedikit riak.

4.2 Pengujian dan Analisa *driver relay*

Pengujian rangkaian *driver relay* seperti terlihat pada Gambar 4.6 ini dilakukan dengan cara memberikan tegangan 0 dan 5 volt pada kaki basis transistor C945 melalui resistor 1K ohm.

Transistor C945 merupakan transistor jenis NPN, transistor jenis ini akan aktif jika pada basis diberi masukan tegangan $> 0,7$ volt dan tidak aktif jika diberi tegangan $< 0,7$ volt. Aktifnya transistor akan mengaktifkan *relay*.

Relay pada rangkaian ini digunakan untuk memutuskan hubungan listrik dengan pompa air, dimana saat *relay* aktif maka pompa akan terhubung dengan sumber listrik dan sebaliknya saat *relay* dalam kondisi *off* maka pompa akan terputus dari sumber listrik. Berikut ini adalah data hasil pengujiannya.

1. $V_{in} = 0$ Volt
 $V_{ce} = 14,4$ Volt
 $V_{be} = 0$ volt
Relay off (tidak menarik kontak)
2. $V_{in} = 5$ Volt
 $V_{ce} = 0$ Volt
 $V_{be} = 0,78$ Volt
Relay on (menarik kontak)



Gambar 4.2 Pengujian *driver relay*

Analisa Rangkaian

Rangkaian yang digunakan dalam driver ini merupakan rangkaian driver relay dengan transistor C945 sebagai pemacu untuk menggerakkan relay.

Dari data pengujian, dapat dianalisa bahwa saat transistor C945 diberikan tegangan $V_{in}=0$ Volt, maka saat itu transistor berada pada kondisi *cut off* (transistor *off*) karena tegangan pada basis transistor dibawah 0,7 Volt yang menjadi standar transistor jenis silikon dapat bekerja. Sedangkan saat diberi $V_{in}=5$ Volt transistor berada pada kondisi saturasi atau bekerja karena tegangan basis (V_{be}) sebesar 0,78 Volt sehingga *relay* menarik kontak menjadi aktif.

Dapat dianalogikan bahwa transistor ini bekerja sebagai saklar push button sehingga saklar dapat difungsikan diperlukan gaya yang bergantung pada

konstanta pegas yang terdapat pada saklar tersebut sedangkan pada transistor diperlukan arus tertentu pada basis agar dapat menghidupkan saklar transistor.

4.3 Pengujian dan analisa timer terhadap skala

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja kerja timer analog yang dibandingkan dengan timer pada stopwatch. Berikut ini adalah hasil pengujian timer pada skala terhadap timer stopwatch pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian timer skala terhadap timer *stopwatch*

Timer skala (detik)	Timer stopwatch (detik)	Ralat mutlak (detik)	Ralat relatif (%)
60	63	3 detik	5
120	134	14 detik	11.67
180	213	33 detik	18.33
240	252	12 detik	5
300	322	22 detik	7.33
360	371	11 detik	3.056
420	465	45 detik	10.71
480	497	17 detik	3.54
540	584	44 detik	8.15
600	648	48 detik	8
660	669	09 detik	1.36
720	732	12 detik	1.67
780	785	5 detik	0,64
Rata-rata error			6.49

Dari hasil pengukuran pada Tabel 4.1 Maka dapat untuk memperoleh nilai ralat mutlak dan relatif adalah sebagai berikut. untuk Mencari nilai dengan berdasarkan waktu diubah dalam bentuk detik agar memudahkan dalam perhitungan sebagai berikut:

Data pertama

$$\text{ralat mutlak} = |60 - 63| = 3 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{3}{63} \times 100\% = 5\%$$

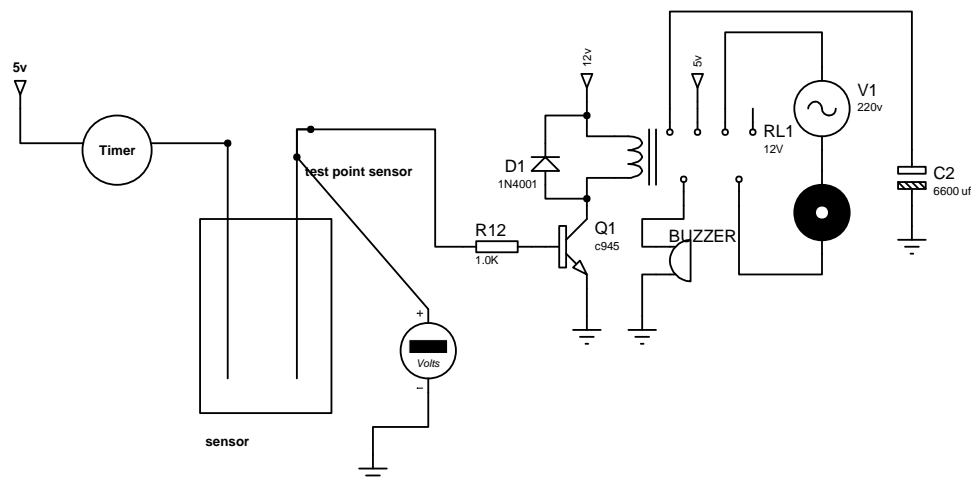
Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh ralat mutlak dan relatif untuk masing-masing data yang ada. Timer pada data pertama yang diharapkan adalah 60 detik namun data yang diperoleh stopwatch lebih sedikit yaitu 63 detik begitu pula dengan data selanjutnya diperoleh hasil data berbeda dengan pengukuran

analog dengan data pengukuran dengan stopwatch namun itu masih dalam batas toleransi karena tidak terlalu besar ralatnya yaitu sekitar 5% untuk data pertama, kemudian dengan cara yang sama dihitung dan diperoleh nilai untuk kondisi timer yang berbeda seperti pada Tabel 4.1.

Dari hasil yang didapatkan dapat dianalisa bahwa terdapat perbedaan antara hasil timer yang dibuat di skala dengan timer stopwatch, ini disebabkan karena kesalahan pada saat pemutaran skala timer yang kurang pas dan juga timer yang masih sistem analog sehingga masih kurang presisi untuk mengukur waktu secara tepat.

4.4 Pengujian dan Analisa Sensor deteksi cairan obat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja sensor deteksi cairan obat dengan cara mengukur nilai perubahan tahanan pada sensor dan tegangan output sensor yang masuk ke input driver relay.



Gambar 4.3 Test point sensor ketinggian air



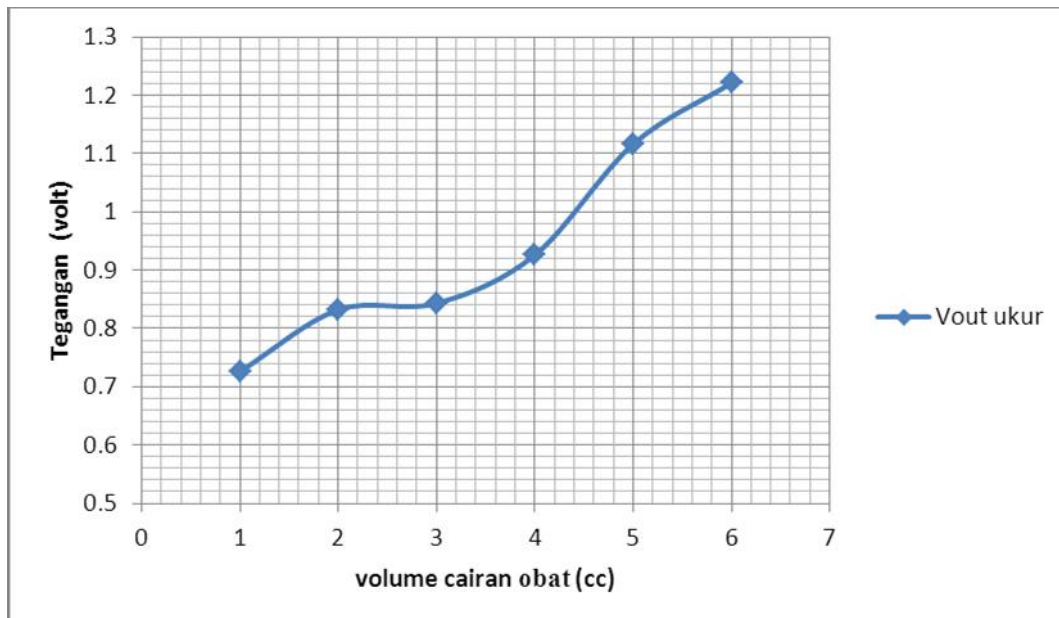
Gambar 4.4 Pengukuran sensor ketinggian air

Gambar 4.3 merupakan titik pengukuran output sensor ketinggian air dan pengujian sensor ketinggian air seperti terlihat pada Gambar 4.4 Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan output dan tahanan pada sensor. Kemudian dilakukan pengukuran tegangan sumber maka didapati tegangan sebesar 5 volt. Hasil pengujian terhadap sensor deteksi cairan obat seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sensor ketinggian air

Volume obat (cc)	Vout (volt)
1	0,726
2	0,832
3	0,843
4	0,926
5	1,116
6	1,221

Berdasarkan data pada Tabel 4.2 maka dapat dibuatkan grafik perbandingan pengujian volume obat (ketinggian cairan) terhadap Vout sensor seperti pada Gambar 4.5, dan dapat dilihat bahwa volume obat berkaitan dengan tegangan output sensor yang diukur, dimana semakin banyak volume obat dalam tabung maka semakin besar pula tegangan output sensornya.



Gambar 4.5 Grafik pengujian tahanan sensor terhadap tegangan

Tahanan penghantar besarnya berbanding terbalik terhadap luas penampangnya dan juga besarnya tahanan konduktor sesuai hukum Ohm: “Bila suatu penghantar dengan panjang l , dan luas penampang A serta tahanan jenis (ρ), maka tahanan penghantar tersebut adalah” :

$$R = \rho \times (l / A)$$

Dengan R = tahanan (ohm)

ρ = tahanan jenis bahan

l = panjang penghantar

A = luas penghantar

Sehingga tahanan sensor deteksi air ini dapat dihitung,

Karena tahanan terbuat dari bahan tembaga, maka tahanan jenis tembaga adalah 0,017241 Ohm mm²/m

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa semakin panjang penghantar maka tahanan akan semakin besar. Sehingga tegangan sensor juga akan berkurang.

Karena prinsip pembagian tegangan

$$V_s = (R_s / R_{total}) V$$

4.5 Pengujian dan Analisa volume cairan obat terhadap waktu penguapan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja nebulizer saat menguapkan cairan obat diukur dengan cara membandingkannya dengan waktu penguapan cairan obat tersebut.



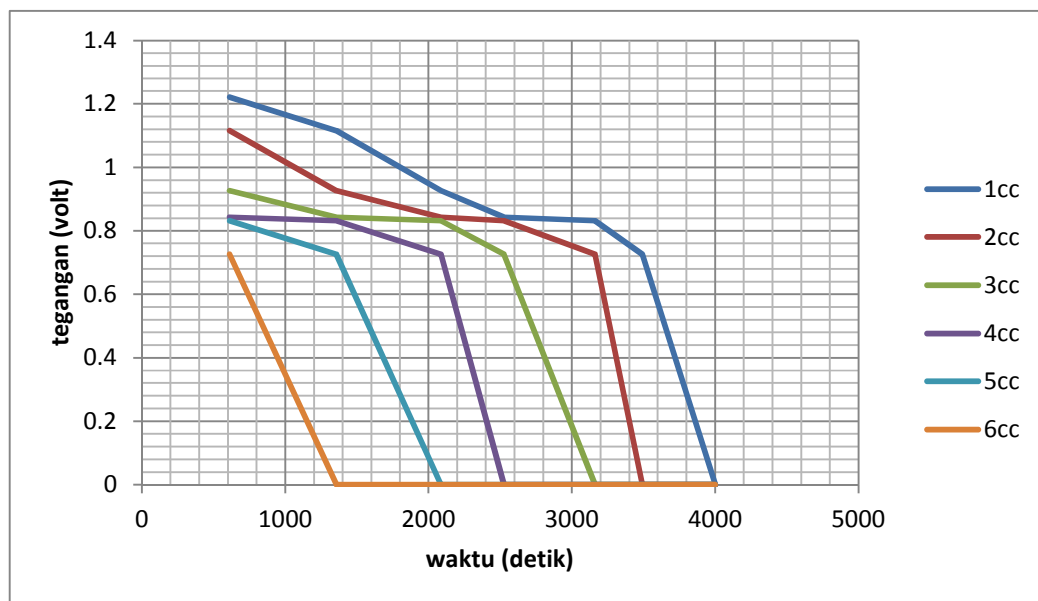
Gambar 4.6 Pengujian volume cairan obat terhadap waktu penguapan

Pengujian volume cairan obat terhadap waktu penguapan seperti terlihat pada Gambar 4.5 ini dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan untuk obat menguap output dan tahanan pada sensor. Berikut ini adalah hasil pengujian volume cairan terhadap waktu penguapan cairan obat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil pengujian sensor ketinggian air

Volume (cc)	Vout (volt)	Waktu (detik)	Vout/volume (Volt/cc)	Waktu/volume (detik/cc)
1	0,726	613	0,726	613
2	0,832	1357	0,416	678,5
3	0,843	2086	0,281	695,33
4	0,926	2527	0,2315	631,75
5	1,116	3163	0,2232	632,6
6	1,221	3492	0,2035	582
Rata-rata			0,3469	638,86

Berdasarkan data pada Tabel 4.3 dapat dibuatkan grafik perbandingan Vout terhadap waktu yang dibutuhkan penguapan pada Gambar 4.9 Dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan cairan obat semakin banyak cairan obat maka semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan cairan obat tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui rata-rata waktu yang dibutuhkan nebulizer untuk menguap didapati selama 638,86 detik/cc dan tegangan output sensor rata-rata per cc nya adalah 0,3469 V/cc untuk menguapkan cairan obat sebanyak 1 cc.



Gambar 4.7 Grafik pengujian tegangan sensor terhadap waktu penguapan obat

4.6 Pengujian dan Analisa Kerja Keseluruhan Sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kerja sistem secara keseluruhan mulai dari penentuan beberapa parameter hingga proses berhenti.

Pada pengujian ketika tombol power dinyalakan untuk pertama kalinya maka sistem alat belum akan berjalan karena masih menunggu waktu pemberian terapi.

Listrik saat kondisi saklar on mengalirkan arus listrik dari PLN ke transformator untuk menurunkan tegangan dari 220VAC ke 12VAC melalui proses induksi pada trafo tersebut, kemudian setelah tegangan diturunkan proses selanjutnya yaitu proses mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC yang disebut penyearahan.

Pada rangkaian penyearahan menggunakan rangkaian jembatan dengan menggunakan 4 buah dioda, penyearahan gelombang dengan menggunakan 4 buah dioda menghasilkan tegangan dc gelombang penuh karena siklus positif dan negatif dari gelombang sinusoidal tegangan AC diubah menjadi tegangan DC secara penuh, kemudian dengan penambahan kapasitor pada rangkaian penyearah ini pada outputnya akan mengurangi riak-riak tegangan AC yang masih tersisa sehingga penggunaan kapasitor semakin besar maka akan memperkecil nilai tegangan riak yang dihasilkan sehingga tegangan DC yang dihasilkan lebih baik.

Catu daya yang telah menghasilkan tegangan DC 12 volt digunakan untuk menghidupkan *driver relay*, namun untuk menghidupkan sensor cukup menggunakan tegangan 5 volt sehingga untuk menurunkan tegangan 12 volt ke 5 volt perlu digunakan komponen tambahan yaitu IC regulator 7805 IC ini akan menurunkan tegangan dari 12 volt ke tegangan 5 volt yang akan digunakan untuk menggerakkan sensor.

Setelah aliran daya mengalir pada catu daya kemudian timer akan mengkondisikan waktu yang akan diberikan untuk terapi dengan cara memutar timer ke posisi waktu yang diinginkan setelah itu maka sistem akan berjalan dan proses nebulasi akan berlangsung selama timer dalam kondisi berjalan.

Timer disini adalah sebagai saklar penghubung antara catu daya 5 volt dengan sensor, sehingga saat timer tidak dihubungkan atau diputar keposisi waktu yang diinginkan maka sensor tidak bekerja semestinya.

Sensor deteksi cairan akan mendeteksi cairan yang ada pada tabung obat sistem kerja sensor ini ialah saat cairan masih terdeteksi maka sensor akan mengeluarkan tegangan sesuai dengan kondisi cairan saat itu, saat kondisi cairan penuh maka tegangan output sensor akan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi saat cairan sedikit.

Tegangan output yang dihasilkan sensor akan menggerakkan driver relay yang kemudian di kopel dengan motor kompresor pada nebulizer, tegangan sensor yang menghasilkan tegangan $>0,7$ volt akan menggerakkan transistor yang ada pada rangkaian driver motor. Saat kondisi cairan habis tegangan output sensor $<0,7$ volt bahkan sampai 0 sehingga tegangan ini tidak mampu untuk menggerakkan transistor pada driver relay.

Saat kondisi transistor aktif maka driver juga akan mendapatkan aliran arus dengan tegangan 12 volt sehingga terjadi proses induksi pada relay tersebut, menginduksikan sehingga relay akan menarik kontaknya kemudian motor kompresor berputar dan menghasilkan tekanan udara untuk menekan cairan obat menjadi uap yang dinamakan proses nebulasi.

Saat cairan masih tersedia maka sistem akan melanjutkan terus proses nebulasinya sampai salah satu keadaan terpenuhi yaitu sensor yang tidak lagi mendeteksi adanya cairan obat dalam tabung, atau timer sudah menunjukkan waktu nol, atau waktunya habis.

Setelah salah satu keadaan terpenuhi yaitu sensor yang sudah tidak mendeteksi adanya cairan atau timer yang sudah menunjukkan angka nol maka nebulizer akan menghentikan secara otomatis proses nebulasinya, aliran arus akan memutus dan menghentikan rangkaian driver sehingga motor berhenti dan akan mengaktifkan *buzzer* selama beberapa detik Gambar 4.7 merupakan gambar nebulizer sedang bekerja menguapkan cairan obat timbul seperti asap pada tabung obatnya.



Gambar 4.8 nebulizer sedang bekerja menguapkan cairan obat

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Secara keseluruhan nebulizer ini telah bekerja dan berfungsi dengan baik sesuai waktu yang diinginkan dan batas obat.
2. Tegangan output sensor detektor cairan obat sekitar 0,726 - 1,221 volt dengan rentang volume obat 1 - 6 cc.
3. Secara keseluruhan besarnya persentase kesalahan dalam pengujian waktu yaitu rata-rata 6,49 %.
4. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk penguapan obat dalam 1 cc cairan obat adalah sekitar 638,86 detik.

5.2 Saran

1. Penggunaan sensor dan *timer* yang lebih baik kedepannya agar sistem bekerja lebih optimal.
2. Pada dasarnya alat ini bisa digunakan kepada pasien, tetapi untuk pengujian langsung kepada pasien harus dilakukan pengujian standarisasi yang dilakukan oleh pihak yang berwenang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Simanungkalit, Parlin Yohanes. 2010. *Rancang Bangun Alat Nebulizer Kompresor Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*. Jurnal Penelitian. Jakarta; Akademi Teknik Elektro Medis.
- [2] Simanungkalit, Fransiska. 2012. *Rancang Bangun Alat Nebulizer Kompresor Berbasis Mikrokontroler ATmega16*. KTI: Poltekkes Kemenkes Jakarta II.
- [3] Nugroho, Agung Satrio. 2009. *Ultrasound Nebulizer Berbasis Mikrokontroler AT89S51*. Jurnal Penelitian. Semarang; Universitas Dipenogoro.
- [4] Sinuhaji, Ferdinand. 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Keputusan Medis pada Penyakit Asma*. Skripsi. Sumatera Utara; Universitas Sumatera Utara.
- [5] Jagan, NC. 2008. *Control System Second Editions*. BS Publications: Hyderabad.
- [6] Febriyanto, Sonny. 2011. *Perancangan Sistem Peminjaman Buku pada Perpustakaan Modern menggunakan Sensor RFID*. Bengkulu: Program Studi Teknik Elektro, Universitas Bengkulu.
- [7] Sulistyowati, Riny, Dedi dwi Febrianto. 2012. *Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik berbasis Mikrokontroler*. Jurnal IPTEK: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Industri. Institut Adhi Tama. Surabaya
- [8] Nalwan, Andi. 2012. *Teknik Rancang Bangun Robot*. Andi: Yogyakarta.
- [9] Alexandro, Arito. 2008. *Lampu Kamar Otomatis Menggunakan Sensor Infra Merah Berbasis Mikrokontroler AVR 8535*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.

- [10] Ariwardhani, Narpenyah Wisnu. 2007. *Sistem Kendali Kecepatan Motor DC dengan Menggunakan Mikrokontroler dan Interface Java*. Tugas Akhir, Sekolah Teknik elektro dan Informatika: Institut Teknologi bandung

Dari hasil pengukuran nilai ralat mutlak dan relatif adalah sebagai berikut.
untuk Mencari nilai dengan berdasarkan waktu diubah dalam bentuk detik agar memudahkan dalam perhitungan sebagai berikut

Data pertama

$$\text{ralat mutlak} = |60 - 63| = 3 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{3}{63} \times 100\% = 5\%$$

Data kedua

$$\text{ralat mutlak} = |120 - 134| = 14 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{14}{120} \times 100\% = 11,7 \%$$

Data ketiga

$$\text{ralat mutlak} = |180 - 213| = 33 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{11}{180} \times 100\% = 18,3\%$$

Data keempat

$$\text{ralat mutlak} = |240 - 252| = 12 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{12}{240} \times 100\% = 5\%$$

Data kelima

$$\text{ralat mutlak} = |300 - 322| = 22 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{22}{322} \times 100 = 7,33 \%$$

Data keenam

$$\text{ralat mutlak} = |360 - 371| = 11 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{11}{360} \times 100\% = 3,06\%$$

Data ketujuh

$$\text{ralat mutlak} = |420 - 465| = 45 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{45}{465} \times 100 = 10,7 \%$$

Data kedelapan

$$\text{ralat mutlak} = |480 - 497| = 17 \text{ detik}$$

$$\text{ralat relatif} = \frac{17}{480} \times 100 = 3,54 \%$$

Data kesembilan

$$ralat\ mutlak = |540 - 584| = 44\ detik$$

$$ralat\ relatif = \frac{44}{540} \times 100 = 8,14\ \%$$

Data kesepuluh

$$ralat\ mutlak = |600 - 648| = 48\ detik$$

$$ralat\ relatif = \frac{48}{648} \times 100\% = 7,41\ \%$$

Data kesebelas

$$ralat\ mutlak = |660 - 669| = 9\ detik$$

$$ralat\ relatif = \frac{9}{669} \times 100 = 1,36\ \%$$

Data keduabelas

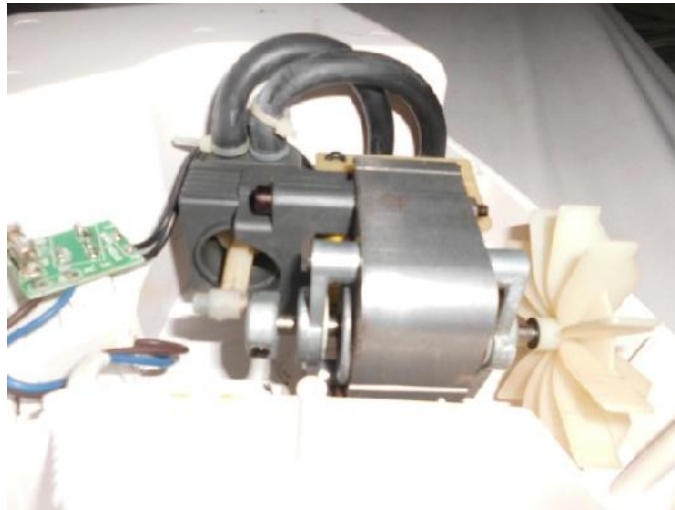
$$ralat\ mutlak = |720 - 732| = 12\ detik$$

$$ralat\ relatif = \frac{12}{720} \times 100 = 1,66\ \%$$

Data ketigabelas

$$ralat\ mutlak = |780 - 785| = 5\ detik$$

$$ralat\ relatif = \frac{5}{780} \times 100 = 0,64\ \%$$



Motor Kompresor



Pengukuran catu daya



Pengukuran Sensor



Pengujian driver relay



Pengujian volume cairan obat terhadap waktu penguapan



Nebulizer sedang bekerja menguapkan cairan obat